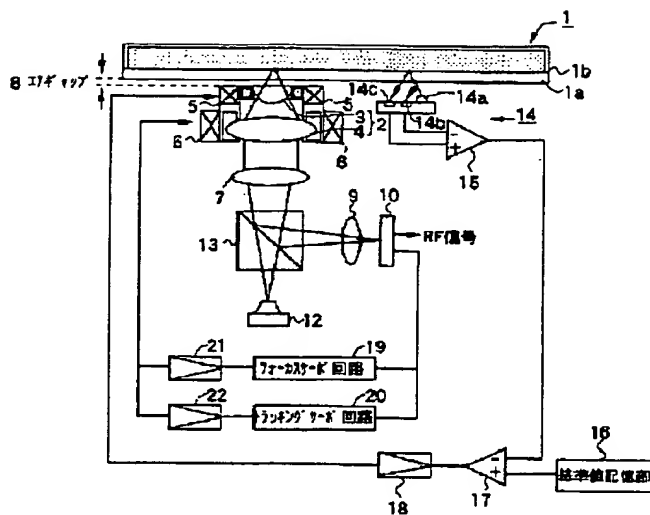


Patent Abstracts of Japan

TITLE : OPTICAL DISK DEVICE AND
SPHERICAL ABERRATION
CORRECTING METHOD



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-195229

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

G11B 7/09

G11B 7/09

B

7/135

7/135

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-361065

(22) 出願日 平成 9 年(1997) 12月26日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 筒井 敬一

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 久保田 重夫

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ
ー株式会社内

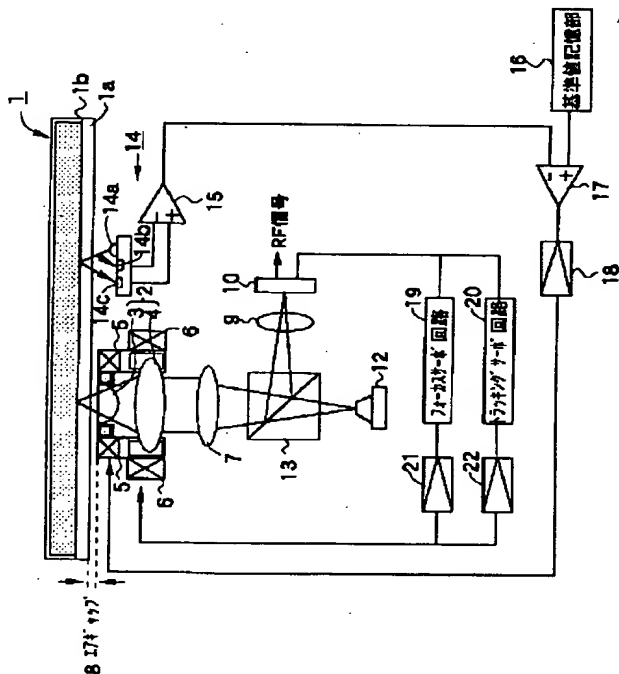
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 光ディスク装置及び球面収差補正方法

(57) 【要約】

【課題】 ディスク基板の厚みの違いや、光ディスクの記録層の厚みの違いにより生ずる球面収差の発生を抑制する。

【解決手段】 差動アンプ 17 は、差動アンプ 15 と基準値記憶部 16 との厚みデータの誤差を算出し、これをドライバ 18 に供給する。ドライバ 18 は、差動アンプ 17 が算出した厚みデータの誤差がなくなるように第 1 のアクチュエータ 5 を制御する。これにより、第 1 のアクチュエータ 5 は、先玉レンズ 3 を光軸方向に動かして球面収差をなくすように調整することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザビームを光ディスク上に集光させる二群対物レンズと、

上記光ディスクの透明層の厚みを計測する計測手段と、
上記光ディスクの透明層の基準となる厚みを記憶した記憶手段と、

計測された厚みと上記記憶手段に記憶された厚みとの差分を検出して厚み誤差を検出する差分検出手段と、
上記差分検出手段の厚み誤差に基づいて上記二群対物レンズの球面収差を補正する球面収差補正手段とを備える光ディスク装置。

【請求項 2】 上記二群対物レンズは、先玉レンズと対物レンズとからなり、

上記球面収差補正手段は、先玉レンズ及び／又は対物レンズをレーザビームの光軸方向に対して移動させることによって二群対物レンズの球面収差を補正することを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク装置。

【請求項 3】 上記計測手段は、フォーカス調整を行うために移動する移動部材に対して、光ディスクの透明層の表面とその記録層とにレーザビームの焦点が合ったときの上記移動部材の位置を検出することによって上記光ディスクの透明層の厚みを計測することを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク装置。

【請求項 4】 レーザビームを光ディスク上に集光させる二群対物レンズの球面収差を補正する球面収差補正方法において、

上記光ディスクの透明層の厚みを計測し、
計測された厚みと記憶された基準となる厚みとの差分を検出して厚み誤差を検出し、
検出された厚み誤差に基づいて上記二群対物レンズの球面収差を補正することを特徴とする球面収差補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2種類のレンズからなる二群対物レンズを備える光ディスク装置及び球面収差補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクの記録密度を高めるためには、情報を記録するマークの間隔（ピッチ）を狭めると共に、光スポット（以下、単に「スポット」と略記する。）の大きさを小さくする必要がある。スポットの大きさは、レーザビームの波長を λ 、対物レンズの開口数をNAとすると、 $\lambda / (2NA)$ で表すことができる。従って、レーザビームの波長 λ が一定であるとする、開口数NAが大きいほどスポットの大きさは小さくなる。

【0003】今日までに実用化されている単一の対物レンズを用いた光ディスク装置の開口数NAは、対物レンズとして用いられている非球面レンズの製造上の理由から、0.6程度が限界となっている。

【0004】そこで、レンズの数を2枚に増やし、二群対物レンズを構成することにより、開口数が0.8を超える対物レンズを構成する方法が、例えば、「S.M. Mansfield W.R. Studenmund, G.S.Kino, and K. Osato. "High-Numerical-Aperture Lens System for Optical Storage." Opt. Lett. 18, 305-307 (1993)」に提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような二群対物レンズを用いた場合において、2枚のレンズのうち光ディスクに近い方のレンズと光ディスクとの間隔（エアギャップ）が変化すると、球面収差が生じて再生信号が劣化し、最悪の場合、光ディスクに情報を記録または再生することができないという課題があった。

【0006】また、基板の厚みが異なる光ディスクに情報を記録または再生する場合、一方の光ディスクに対して二群対物レンズの配置位置の最適化を行うと、他方の光ディスクを使用する場合には、基板の厚みの違いにより球面収差が生じ、正確に情報を記録または再生することができなかった。

【0007】更に、複数の記録層を有する光ディスクに情報を記録または再生する場合においても、特定の記録層に対して二群対物レンズに配置位置の最適化を行うと、他の記録層に対して情報を記録または再生しようとしたときに、個々の記録層を隔離する層（例えば、UVレジン層など）の影響により、球面収差を生じ、正確に情報を記録または再生することができないという課題があった。

【0008】本発明は、このような実情に鑑みて提案されたものであり、ディスク基板の厚みの違いや、光ディスクの記録層の厚みの違いにより生ずる球面収差の発生を抑制することができる光ディスク装置及び球面収差補正方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明に係る光ディスク装置は、レーザビームを光ディスク上に集光させる二群対物レンズと、光ディスクの透明層の厚みを計測する計測手段と、光ディスクの透明層の基準となる厚みを記憶した記憶手段と、計測された厚みと記憶手段に記憶された厚みとの差分を検出して厚み誤差を検出する差分検出手段と、差分検出手段の厚み誤差に基づいて二群対物レンズの球面収差を補正する球面収差補正手段とを備える。

【0010】光ディスク装置では、差分検出手段が、計測された厚みと記憶手段に記憶された厚みとの差分を検出して厚み誤差を検出し、球面収差補正手段が、差分検出手段の厚み誤差に基づいて二群対物レンズの球面収差を補正する。

【0011】また、本発明に係る球面収差補正方法は、レーザビームを光ディスク上に集光させる二群対物レン

ズの球面収差を補正する球面収差補正方法において、光ディスクの透明層の厚みを計測し、計測された厚みと記憶された基準となる厚みとの差分を検出して厚み誤差を検出し、検出された厚み誤差に基づいて二群対物レンズの球面収差を補正することを特徴とする。

【0012】球面収差補正方法では、計測された厚みと記憶手段に記憶された厚みとの差分を検出して厚み誤差を検出し、差分検出手段の厚み誤差に基づいて二群対物レンズの球面収差を補正する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0014】本発明は、例えば図1に示すような構成の光ディスク装置に適用される。

【0015】図1において、光ディスク1は、例えば、ポリカーボネイトなどにより形成された透明層1aの一方に、情報を記録する記録層1bが形成されている。記録層1bは、例えば、相変化記録膜などにより構成される。

【0016】二群対物レンズ2は、例えば半球形状の半球レンズからなる先玉レンズ3と非球面レンズである対物レンズ4との2枚のレンズから構成されている。先玉レンズ3の平面は、光ディスク1に対向しており、先玉レンズ3の球面は、対物レンズ4に対向している。なお、先玉レンズ3は、非球面のレンズからなるものでもよい。第1のアクチュエータ5は、先玉レンズ3を対物レンズ4に対して相対的にレーザビームの光軸方向に移動するようになされており、この第1のアクチュエータ5に印加する電圧により、先玉レンズ3と対物レンズ4との間隔を調節することができる。

【0017】二軸アクチュエータ6は、先玉レンズ3と対物レンズ4を光軸方向（フォーカス方向）に移動すると共に、これらを光ディスク1のトラックに対して垂直な方向（トラッキング方向）へ移動するようになされている。

【0018】二軸アクチュエータ6のフォーカス方向の駆動電圧は、フォーカスサーボ回路19の出力をドライバ21を介して供給され、トラッキング方向の駆動電圧

$$W_{10} = - (h/8) n^2 (n^2 - 1) \sin^4 \theta_0 \quad \dots (1)$$

となる。式(1)で示す球面収差が大きくなれば、情報信号を再生する際の再生特性は、大幅に劣化する。

【0022】例えば、光源から出射されるレーザ光の波長 λ を680 [nm]とし、エアギャップ量 h を75 [μ m]として二群対物レンズ2を構成したとき、式(1)より、最大で約3 λ の球面収差を生じる。

【0023】そこで、対物レンズ4の非球面度を最適化することにより、この非球面度による球面収差を取り除き、エアギャップ量 h が75 [μ m]で無収差となるよ

$$\Delta W_{100} = (\Delta t^2 / 8a) n (n-1) \sin^4 \theta_0 \quad \dots (2)$$

$$\Delta W_{101} = - (\Delta t / 8) n (n^2 - 1) \sin^4 \theta_0 \quad \dots (3)$$

は、トラッキングサーボ回路22の出力をドライバ22を介して供給される。フォーカスサーボ回路19とトラッキングサーボ回路20の出力は、各々フォトディテクタ10によって得たフォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号を元に生成される。フォーカスサーボによって、二群対物レンズ2の光ディスク1からの距離を調整すると共に、トラッキングサーボによって、レーザビームを所望のトラックに追従することができる。

【0019】先玉レンズ3と光ディスク1との間の空隙であるエアギャップ8は、第1のアクチュエータ5または二軸アクチュエータ6により調節することができる。

【0020】半導体レーザ12から出射されるレーザビームはビームスプリッタ13とコリメータレンズ7を通り、対物レンズ4に入射される。対物レンズ4は、開口数が0.45となされており、レーザビームを収束し、先玉レンズ3に入射する。光ディスク1の記録層1bで反射されたレーザビームは同じ経路を通ってもどり、ビームスプリッタ13で反射されてフォトディテクタ10においてRF信号、サーボ信号として検出される。フォトディテクタ10の前に位置するシリンдриカルレンズ9は、例えば、フォーカス検出方式として非点収差を利用するためである。先玉レンズ3は、その直径が2.5 [mm]で、その厚みが1.4 [mm]とされ、対物レンズ4から入射されたレーザビームを、光ディスク1上の所定の領域に収束させる。なお、この先玉レンズ3においては、そのレンズとしてのパワーと屈折率に基づき、対物レンズ4からの入射光の開口数に対して約1.8倍の倍率がかかるので、二群レンズとしてのトータル開口数は、約0.81 (= 0.45 × 1.8) となる。

【0021】先玉レンズ3と透明層1a間にエアギャップ8を生じることによって、透明層1a表面に照射されるレーザ光に球面収差が生じる。ここで、先玉レンズ3と透明層1aとによって形成されるエアギャップ8による球面収差は W_{10} は、エアギャップ量を h とし、透明層1aの屈折率を n とし、二群対物レンズ2の開口数を $\sin \theta_0$ とすると、

うに二群対物レンズ2を構成している。

【0024】ここで、厚みが、所定値 t から Δt の厚み誤差にて形成されてたとき、二軸アクチュエータ6は、フォーカス方向における誤差が最小となるように、対物レンズ4及び先玉レンズ3を光軸方向に移動させると、エアギャップ量 h が $\Delta t / n$ だけ変化することになる。この際、透明層1aによって生ずる球面収差の量 ΔW_{100} 及びエアギャップ8によって生ずる球面収差の量 ΔW_{101} は、先玉レンズ3の半径を a とすると、

となる。

【0025】また、 $a = 1.25$ [nm] とし、対物レンズの屈折率 $n = 1.5$ とし、二群対物レンズ2の $NA = 0.8$ としたとき、 $\sin \theta_0 = NA/n = 0.533$ となる。これを式(2)式及び式(3)に代入することによって、球面収差の合計量 $\Delta W_{00} + \Delta W_{01}$ を求めることができる。従来では、球面収差の合計量 $\Delta W_{00} + \Delta W_{01}$ が $\lambda/4$ 以下にするために、透明層1aの厚み誤差 Δt を約 10 [μm] 以下にする必要があった。

【0026】しかし、本発明は、この場合に透明層1aの厚み誤差が 10 [μm] を越えても、球面収差の増大がないように球面収差を小さくすることができるものである。

【0027】そこで、上記光ディスク装置は、透明層1aの厚みを計測するための厚みセンサ14と、透明層1aの厚みデータを算出する差動アンプ15と、基準値となる厚み誤差 $\Delta t = 0$ のときの厚みデータが記憶されている基準値記憶部16と、基準値との誤差を算出する差動アンプ17と、球面収差を調整するためのドライバ18とを備える。

【0028】厚みセンサ14は、例えば、透明層1aの厚みを光学的に計測する。厚みセンサ14は、光を射出する発光部14aと、ディスク表面位置で反射した光のみを検出する第1の検出部14bと情報の記録層1bで反射する光のみを検出する第2の検出部14cとを有する。

【0029】差動アンプ15は、第1及び第2の検出部14a、14bの検出出力の差動を算出することによって透明層1aの厚みを検出し、これを厚みデータとして差動アンプ17に供給する。

【0030】ここで、基準値記憶部16には、基準値となる厚み誤差 $\Delta t = 0$ のときの厚みデータが予め記憶されている。厚みデータは、光ディスク1の透明層1aの規格に沿って設定しておいてもよいし、また、例えば厚み誤差 $\Delta t = 0$ である基準ディスクを用いて、光ディスク装置の組み立て調整時の値であってもよい。

【0031】差動アンプ17は、差動アンプ15と基準値記憶部16との厚みデータの差分を検出することによって誤差を算出し、これをドライバ18に供給する。ドライバ18は、差動アンプ17が算出した厚みデータの誤差がなくなるように第1のアクチュエータ5を制御する。これにより、第1のアクチュエータ5は、先玉レンズ3を光軸方向に動かして球面収差をなくすように調整することができる。

【0032】以上のように、上記光ディスク装置は、透明層1aの厚み誤差 $\Delta t = 0$ のときの厚みデータを予め記憶しておき、記録時又は再生時において透明層1aの厚みを検出し、この検出出力と上記厚みデータに基づいて先玉レンズ3を光軸方向に動かして球面収差をなくすことができ、光ディスク1に良好な信号を記録し又は光

ディスク1から良好な信号を再生することができる。

【0033】なお、本実施の形態では、基準値記憶部16には、1つの厚みデータしか記憶されていないが、光ディスクの種類に応じた複数の厚みデータを記憶させておいてもよい。これにより、複数の種類の光ディスクそれぞれに対応して、球面収差をなくすことが可能になる。

【0034】また、本実施の形態では、球面収差をなくすために先玉レンズ3のみを光軸方向に対して動かしていたが、例えば対物レンズ4を光軸方向に対して動かしてもよく、また、先玉レンズ3及び対物レンズ4を共に動かしても良いのは勿論である。

【0035】つぎに、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、上述した実施の形態と同じ回路等については同じ符号を付し、詳細な説明は省略するものとする。

【0036】第2の実施の形態に係る光ディスク装置は、図2に示すように、先玉レンズ3と対物レンズ4の相対位置を固定しており、また第1の実施の形態と異なり、厚みセンサ14と、差動アンプ15とが設けられていない。

【0037】一方、上記光ディスク装置は、コリメータレンズ7を光軸方向に移動させる第2のアクチュエータ31と、二群対物レンズ2の位置を計測する位置センサ32と、二群対物レンズ2の位置に基づいて厚みデータを算出する演算部33とを備える。

【0038】第2のアクチュエータ31は、ドライバ18によって駆動され、コリメータレンズ7を光軸方向に移動させることにより、球面収差を小さくするように調整するものである。

【0039】位置センサ32は、例えば二軸アクチュエータ6と第2のアクチュエータ31との間に設けられ、ここでは対物レンズ4の位置を測定し、このときの位置データを演算部33に供給する。

【0040】演算部33は、位置データを記憶するメモリ33aを備えている。演算部33は、図示しないシステムコントローラから計測スタート命令が供給されると、ドライバ21、二軸アクチュエータ6を介して、二群対物レンズ2を光ディスク1から一度引き離し、そして徐々に光ディスク1に近づけさせる。

【0041】二群対物レンズ2を光ディスク1に近づけていき透明層1aの表面でレーザビームの焦点が合うと、フォーカスサーボ回路19は、図3(A)に示すようなフォーカスエラー信号を生成する。このとき、位置センサ32は、図3(B)に示すような対物レンズ4の位置データを出力する。

【0042】演算部33は、透明層1aの表面に焦点が合致したときのフォーカスエラー信号を検出すると、このときの位置センサ32からの位置データをメモリ33aに記憶する。さらに、二群対物レンズ2が光ディスク

1 に近づいてレーザビームの焦点が記録層 1 b で合うと、演算部 3 3 は、図 3 (A) に示すフォーカスエラー信号を検出し、このとき図 3 (B) に示す位置データを記憶する。演算部 3 3 は、透明層 1 a の表面及び記録層 1 b で焦点があったときの位置データの差を算出することによって透明層 1 a の厚みを求め、このときの厚みデータを差動アンプ 1 7 に供給する。

【0043】差動アンプ 1 7 は、演算部 3 2 と基準値記憶部 1 6 との厚みデータの誤差を算出し、これをドライバ 1 8 に供給する。ドライバ 1 8 は、差動アンプ 1 7 が算出した厚みデータの誤差がなくなるように二軸アクチュエータ 6 を制御する。これにより、二軸アクチュエータ 6 は、コリメータレンズ 7 を光軸方向に移動させて球面収差を小さくするように調整することができる。

【0044】以上のように、上記光ディスク装置は、透明層 1 a の厚み誤差 $\Delta t = 0$ のときの厚みデータを予め記憶しておく一方、記録時又は再生時においては、透明層 1 a の表面で焦点があったときの二群対物レンズ 2 の位置と記録層 1 b で焦点があったときの二群対物レンズ 2 の位置とから透明層 1 a の厚みを算出する。そして、この算出結果と上記厚みデータとの誤差に応じてコリメータレンズ 7 を光軸方向に動かすことによって球面収差をなくして、光ディスク 1 に良好な信号を記録し又は光ディスク 1 から良好な信号を再生することができる。

【0045】なお、本実施の形態では、位置センサ 3 2 は対物レンズ 4 の位置を検出していたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばフォーカシングの際に移動したときの二軸アクチュエータ 6 の位置を検出してもよい。すなわち、位置センサ 3 2 の位置検出の対象となるものは、フォーカシングの際に移動する部材であって、透明層 1 a の表面及び記録層 1 b でレーザビームの焦点があったときに、上記部材の位置を検出することによって透明層 1 a の厚みが分かるものであればよい。

【0046】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係

る光ディスク装置によれば、計測手段が光ディスクの透明層の厚みを計測して厚みデータを出力し、記憶手段が光ディスクの透明層の厚み誤差がないときの厚みデータを記憶し、計測された厚みデータと記憶された厚みデータとの差動を検出し、この検出結果に基づいて二群対物レンズの球面収差を補正することにより、光ディスクの厚みむらがあった場合にも、球面収差を小さくすることができ、光ディスクに応じて最適な記録再生状態を保つことができる。また、光ディスクの厚みむらの精度を緩和できるため、光ディスクの量生産を高め、コストを削減できることもできる。

【0047】本発明に係る球面収差補正方法によれば、光ディスクの透明層の厚みを計測して厚みデータを出力し、光ディスクの透明層の厚み誤差がないときの厚みデータを記憶し、計測された厚みデータと記憶された厚みデータとの差動を検出し、この検出結果に基づいて二群対物レンズの球面収差を補正することにより、光ディスクの厚みむらがあった場合にも、球面収差を小さくすることができ、光ディスクに応じて最適な記録再生状態を保つことができる。また、光ディスクの厚みむらの精度を緩和できるため、光ディスクの量生産を高め、コストを削減できることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用した光ディスク装置の具体的な構成を示すブロック図である。

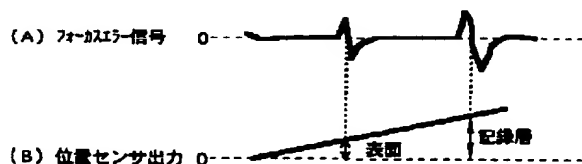
【図 2】第 2 の実施の形態に係る光ディスク装置の具体的な構成を示すブロック図である。

【図 3】フォーカスエラー信号と位置センサの出力の関係を説明する図である。

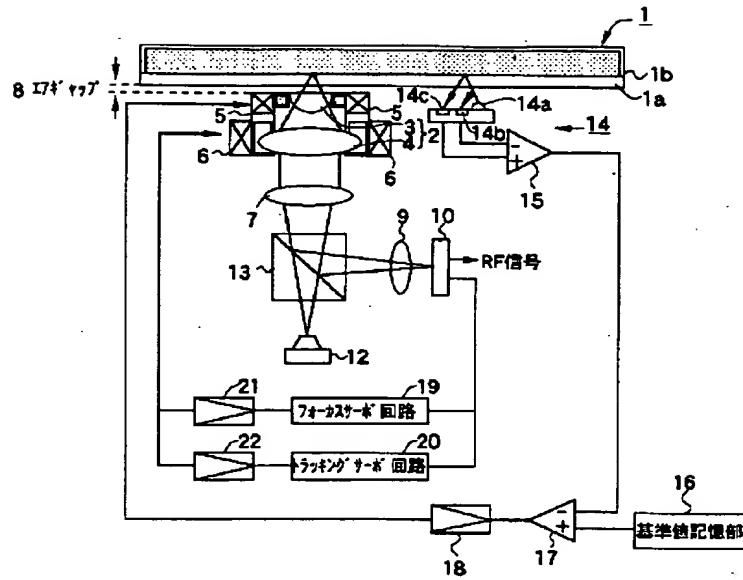
【符号の説明】

2 二群対物レンズ、5 第 1 のアクチュエータ、14 厚みセンサ、15、17 差動アンプ、16 基準値記憶部、31 第 2 のアクチュエータ、32 位置センサ、33 演算部、33a メモリ

【図 3】



【図 1】



【図 2】

